

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 11 月 25 日 (25.11.2004)

PCT

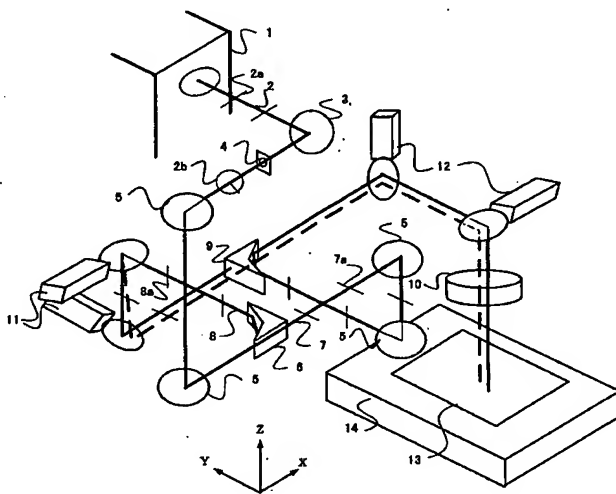
(10) 国際公開番号  
WO 2004/101211 A1

- (51) 国際特許分類: B23K 26/067, H05K 3/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007129
- (22) 国際出願日: 2004 年 5 月 19 日 (19.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-139962 2003 年 5 月 19 日 (19.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 黒岩 忠 (KUROIWA, Tadashi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 井嶋 健一 (IJIMA, Kenichi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小林 信高 (KOBAYASHI, Nobutaka) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高橋 省吾, 外 (TAKAHASHI, Shogo et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社 知的財産センター内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: LASER BEAM MACHINE

(54) 発明の名称: レーザ加工装置



(57) Abstract: A laser beam machine which spectrally separates a laser beam (2) emitted from an oscillator (1) into a first laser beam (7) passed through a first polarizing means (6) and reflected off a second polarizing means (9) via a mirror (5) and into a second laser beam (8) reflected off the first polarizing means (6), scanned by a first galvano-scanner (11) in two-axis directions and passed through the second polarizing means (9), and which scans them by a second galvano-scanner (12) to machine a work (13), characterized in that an angle-adjustable third polarization angle adjusting polarizing means (15) is disposed ahead of the first polarizing means (6).

(57) 要約: 発振器(1)から出射されたレーザ光(2)を、第一の偏光手段(6)で透過させ、ミラー(5)を経由して第二の偏光手段(9)で反射させた第1のレーザ光(7)と、上記第一の偏光手段(6)で反射させ、第一のガルバノスキャナ(11)で2軸方向に走査し、上記第二の偏光手段(9)を透過させた第2のレーザ光(8)とに分光し、第二のガルバノスキャナ

[続葉有]



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## レーザ加工装置

## 5 技術分野

本発明は、プリント基板等の被加工物に対して穴あけ加工を主目的としたレーザ加工機に関するものであり、一つのレーザ光源からのレーザ光を複数に分光し、その生産性、及び加工品質向上を図るものである。

## 10 背景技術

マスクを通過したレーザ光をハーフミラーを経由させて複数に分光し、分光した複数のレーザ光をそれぞれ  $f \theta$  レンズの入射側に配置した複数のガルバノスキャナ系に導き、該複数のガルバノスキャナ系により走査することにより、分割設定された加工エリアに照射することを可能としている。

なお、分光したレーザ光は第 1 のガルバノスキャナ系を経由して  $f \theta$  レンズの半分の領域に導入する。

また分光した他方のレーザ光は第 2 のガルバノスキャナ系を経由して  $f \theta$  レンズの残り半分の領域に導入させ、第 1、第 2 のガルバノスキャナ系は  $f \theta$  レンズの中心軸に関して対称に配置することにより、 $f \theta$  レンズを 1 / 2 ずつ同時利用し生産性向上を可能にしている。(特許文献 1 参照)。

特許文献 1 日本特開平 1 1 - 3 1 4 1 8 8 号公報 (第 3 頁、第 1 図)

25 従来のレーザ加工装置では、ハーフミラーを経由させて複数に分光した 2 つレーザ光をそれぞれ第 1 のガルバノスキャナ系と第 2 のガルバ

ノスキャナ系で走査し、分割設定された加工エリアに照射する構成をとっているため、ハーフミラーにより分光した2つレーザ光の間にはハーフミラーを反射と透過することの違いによるレーザ光の品質のばらつきが生じ易く、また、分光のエネルギーが異なったものになってしまった場合、エネルギーを同等にするためにさらに高価な光学部品が必要であった。

また、分光した2つのレーザ光のマスク通過後、被加工物に照射されるまでの光路長が異なり、被加工物上での厳密なビームスポット径も異なったものになってしまうという問題もあった。

さらに、 $f\theta$  レンズを等分割し、分割設定された加工エリアを同時加工するため、加工エリアの加工穴数に大きな違いがある時、またワークの端部分等加工エリアの内どちらかに加工対象穴がない時等は生産性の向上が見込めない。

#### 発明の開示

この発明はかかる問題を解決するためになされたものであり、分光したレーザ光のエネルギーや品質の違いを最小にし、それぞれの光路長を同一にすることでビームスポット径も同一にすることができ、また分光したレーザ光を同一領域に照射することにより、より安価に生産性を向上したレーザ加工装置を提供することを目的としている。

また、分光したレーザ光のエネルギー／焦点位置の差を容易な調整で均一にすることができ、加工性能をより安定したものにできるレーザ加工装置を提供することを目的としている。

この目的を達成するために、発振器から出射されたレーザ光を、第一の偏光手段で透過させ、ミラーを経由して第二の偏光手段で反射させた

第1のレーザ光と、上記第一の偏光手段で反射させ、第一のガルバノス  
キャナで2軸方向に走査し、上記第二の偏光手段を透過させた第2のレ  
ーザ光とに分光し、第二のガルバノスキャナで走査し、被加工物を加工  
するレーザ加工装置において、第一の偏光手段の手前に、角度調節可能  
5 第三の偏光角度調整用偏光手段を配置したものである。

また、発振器から出射されたレーザ光を、第一の偏光手段で透過させ、  
ミラーを経由して第二の偏光手段で反射させた第1のレーザ光と、上記  
第一の偏光手段で反射させ、第一のガルバノスキャナで2軸方向に走査  
し、上記第二の偏光手段を透過させた第2のレーザ光とに分光し、第二  
10 のガルバノスキャナで走査し、被加工物を加工するレーザ加工装置にお  
いて、レーザ光の焦点位置を測定する測定手段に基づき、2つのレーザ  
光の焦点位置を計測し、2つのレーザ光の焦点位置の差が所望の基準以  
下になるように焦点位置調整手段により調整するものである。

## 15 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の実施の形態1であるレーザ加工機の概略構成を  
示した図である。

第2図は、偏光ビームスプリッタの分光模式図である。

第3図は、この発明の実施の形態2であるレーザ加工機の概略構成を  
20 示した図である。

第4図は、偏光角度調整用偏光ビームスプリッタ部分を拡大した図で  
ある。

第5図は、偏光角度調整用偏光ビームスプリッタの自動調整プログラ  
ムのフロー図である。

25 第6図は、この発明の実施の形態3であるレーザ加工機の概略構成を  
示した図である。

第 7 図は、この発明の実施の形態 3 であるレーザ加工機における、焦点位置の変化を概略的に示した図である。

第 8 図は、この発明の実施の形態 4 であるレーザ加工機の概略構成を示した図である。

5 第 9 図は、この発明の実施の形態 4 であるレーザ加工機における、焦点位置の変化を概略的に示した図である。

第 10 図は、この発明の実施の形態 4 であるレーザ加工機における、レーザ光の偏向方向の変化を示した模式図である。

10 第 11 図は、焦点位置可変手段による、焦点位置の自動調整プログラムのフロー図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### 実施の形態 1.

15 第 1 図は、1つのレーザ光を分光用偏光ビームスプリッタで2つのレーザ光に分光し、2つのレーザ光を独立に走査することにより、2箇所同時に加工を実施することができる穴あけ用レーザ加工装置を示す概略構成図である。

20 図において、1はレーザ発振器、2はレーザ光、2aはリターダ3入射前のレーザ光2の偏光方向、2bはリターダ3で反射後のレーザ光2の偏光方向、3は直線偏光のレーザ光を円偏光に変えるリターダ、4は加工穴を所望の大きさ、形状にするために入射するレーザ光から必要な部分のレーザ光を切り取るマスク、5はレーザ光2を反射して光路を導く複数のミラー、6はレーザ光2を2つのレーザ光に分光する第一の偏光ビームスプリッタ、7は第一の偏光ビームスプリッタ6で分光された一方のレーザ光、7aはレーザ光7の偏光方向、8は第一の偏光ビームスプリッタで分光されたもう一方のレーザ光、8aはレーザ光8の偏光

25

方向、9はレーザ光7とレーザ光8をガルバノスキャナ12に導くための第二の偏光ビームスプリッタ、10はレーザ光7、8を被加工物13上に集光させるためのf $\theta$ レンズ、11はレーザ光8を2軸方向に走査し、第二の偏光ビームスプリッタに導くための第一のガルバノスキャナ、  
5 12はレーザ光7とレーザ光8を2軸方向に走査し被加工物22に導くための第二のガルバノスキャナ、13は被加工物、14は被加工物13を移動させるためのXYステージである。

なお、第一の変更ビームスプリッタ6で分光されたレーザ光7、8が第二の偏光ビームスプリッタ8に達するまでのそれぞれの光路長は同一  
10 光路長となるように設計されている。

次に、本実施の形態の詳細な動作を説明する。

本実施の形態に示される如く、1つのレーザ光を分光用偏光ビームスプリッタで2つのレーザ光に分光し、2つのレーザ光を独立に走査することにより、2箇所同時に加工を実施することができる穴あけ加工用レー  
15 ザ加工装置では、レーザ発振器1より直線偏光にて発振されたレーザ光2は、光路の途中に配置されるリターダ3により円偏光に変えられ、マスク4、ミラー5を経由して第一の偏光ビームスプリッタ6に導かれる。そして、第一の偏光ビームスプリッタ6にて、円偏光で入射するレーザ  
20 光2は、P波成分は偏光ビームスプリッタ6を透過しレーザ光7となり、S波成分は偏光ビームスプリッタ6で反射しレーザ光8に分光される。なお、円偏光は、全ての方向の偏光成分を均質に持つため、レーザ7とレーザ光8は同一のエネルギーをもつように分光される。

25 第一の偏光ビームスプリッタ6を透過したレーザ光7は、ベンドミラー5を経由して、第二の偏光ビームスプリッタ9に導かれる。

一方、第一のビームスプリッタ 6 で反射したレーザ光 8 は、第一のガルバノスキャナ 11 により 2 軸方向に走査された後、第二の偏光ビームスプリッタ 9 に導かれる。

5   なお、レーザ光 7 はいつも同じ位置で第二の偏光ビームスプリッタ 9 に導かれるが、レーザ光 8 は第一のガルバノスキャナ 11 の振り角を制御することにより第二の偏光ビームスプリッタ 9 に入射する位置、角度を調整することができる。

10   その後、レーザ光 7, 8 は第二のガルバノスキャナ 12 により 2 軸方向に走査された後、 $f \theta$  レンズ 10 に導かれ、それぞれ被加工物 13 の所定位置に集光される。

このとき第一のガルバノスキャナ 11 を走査することにより、レーザ光 8 は被加工物 13 上においてレーザ光 7 と同一位置に照射することが可能である。

15   また、あらかじめ設定された範囲内でレーザ光 7 に対して任意の位置に、例えば、ガルバノスキャナ 11 を走査することによりレーザ光 8 をレーザ光 7 を中心にビームスプリッタの光学素子の特性を考慮して、4 mm 角の範囲内を走査すると共に、例えば 50 mm 四方等加工可能な範囲で振れる第二のガルバノスキャナ 12 を介して、被加工物 13 上の任意の異なる 2 点にレーザ光を照射することを可能にしている。

20

また、本実施の形態では、第一の偏光ビームスプリッタ 6 を反射したレーザ光 8 は、第二の偏光ビームスプリッタ 9 を透過、第一の偏光ビームスプリッタ 6 を透過したレーザ光 7 は、第二の偏光ビームスプリッタ 9 を反射するよう構成されている。

25   そのため、分光した 2 つのレーザ光はそれぞれ反射と透過両方の過程を経ているため、反射と透過の違いによるレーザ光の品質のばらつきやエ



エネルギーバランスの崩れを相殺することを可能にしている。

ここで、レーザー光 7 とレーザー光 8 により被加工物 1 3 に加工される加工穴の品質は、レーザー光のエネルギーに大きく依存する。

5 レーザー光 7 とレーザー光 8 で被加工物 1 3 に同じ品質の穴を加工する場合レーザー光 7 とレーザー光 8 のエネルギーを同じにする必要がある。

そこで、本実施の形態では、レーザー光 2 をレーザー光 7 とレーザー光 8 に分光する第一の偏光ビームスプリッタ 6 を用いて、P 波を透過させ、S 波を反射させることにより、2 つのレーザービームに分光している。

10 なお、第一の偏光ビームスプリッタ 6 には、P 波と S 波の成分を均等に持つレーザー光を入射させる必要がある。

第 2 図は、第一の偏光ビームスプリッタ 6 の正面図を中央に、その左右に側面図、上部に上面図が示されている。

15 図において、6 1 は偏光ビームスプリッタの光学素子部分で炭酸ガスレーザーの場合、Z n S e や G e が使用される。

6 2 はレーザー光を  $90^\circ$  に折り返すためのミラーである。

偏光ビームスプリッタ 6 に入射したレーザー光は、偏光方向 7 a の成分（P 波成分）は透過し、偏光方向 8 a の成分（S 波成分）は反射する性質を持っている。

ちなみに、P 波と S 波の偏光方向は直行する。

よって、入射するレーザー光の偏光方向が偏光方向 7 a（P 波成分）と同じであれば全て透過し、偏光方向 8 a（S 波成分）と同じであれば全て反射する。

25 また、あらゆる偏光方向が均質に存在する円偏光や、P 波、S 波に  $45^\circ$  の角度をなす偏光方向であればレーザー光は等分され、レーザー光 7 とレー

ザ光 8 のエネルギーは等しくなる。

本実施の形態では、2つの偏光ビームスプリッタを第1図に示すように配置したことにより、第一の偏光ビームスプリッタ 6 ～ 第二の偏光ビームスプリッタ 9 間のレーザ光 8 と 7 の光路長を同一としているため、分光した 2 つのレーザ光のビームスポット径を同一にすることができる。

例えば、本発明の実施の形態では光路を X、Y、Z 方向に分解してもそれぞれ同一光路長なるため、光路構成要素を大小設計変更しても光路を X、Y、Z 方向に伸縮することが可能でレーザ光 8 と 7 の光路長は同一まま保つことを可能にしている。

## 実施の形態 2.

上述した実施の形態 1 では、レーザ発振器 1 から発振されたレーザ光 2 は、リターダ 3 において入射光と反射光が  $90^\circ$  をなす角度で入射させる必要があり、またレーザ光 2 の偏光方向 2 a は、リターダ 3 において入射光軸と反射光軸を 2 辺とする平面とリターダ 3 の反射面の交線に対し  $45^\circ$  の角度で入射させる必要がある。

ここで、仮にリターダ 3 に対するレーザ光 2 の入射する偏光方向、及び光軸角度の調整が不十分であると、円偏光率が低下し、第一の偏光ビームスプリッタ 6 に入射するレーザ光 2 の P 波成分と S 波成分のバランスが崩れ、レーザ光 7 とレーザ光 8 のエネルギーが均一にならなくなり、レーザ光 2 のリターダ 3 に入射する際の偏光方向、及び光軸角度の調整は、偏光方向は目で見えず、炭酸ガスレーザのように可視光でない場合には光軸角度も目視できないため、円偏光率を測定し、不十分であれば角度調整を実施することを繰り返さなければならず、たいへん煩雑な作

業となる場合も存在する。

また、レーザ光 2 を円偏光 2 b にした後、第一の偏光ビームスプリッタ 6 に入射するまでに、数枚のミラー 5 で反射させるが、ミラー 5 で反射する際、円偏光率が低下することもある。

5      そこで、本実施の形態では、円偏光を使用することなく、直線偏光で発振されたレーザ光を用いる場合について説明する。

第 3 図は、この発明の実施形態によるレーザ加工装置を示す概略構成図である。

図において、2 c は第三の偏光ビームスプリッタ 1 5 に入射前のレーザ光 2 の偏光方向、2 d は第 3 の偏光ビームスプリッタ 1 5 を透過後のレーザ光 2 の偏光方向、1 5 はレーザ光 2 の偏光方向を調整するための第三の偏光ビームスプリッタ、1 6 は f  $\theta$  レンズ 1 0 から出射されるレーザ光のエネルギーを測定するパワーセンサ、1 7 はレーザ光 7 を遮る第一のシャッター、1 8 はレーザ光 8 を遮る第二のシャッターである。

15      パワーセンサ 1 6 は、X Y テーブル 1 4 に固定されており、レーザ光のエネルギーを測定する際は、パワーセンサ 1 6 の受光部にレーザ光が当たる位置にパワーセンサ 1 6 が移動可能となっている。

なお、その他の同一符号は実施の形態 1 で示した第 1 図と同じであるため説明を割愛する。

20

第 4 図は、第 3 図で示される第三の偏光ビームスプリッタ 1 5 の詳細図である。

図において、2 0 はサーボモータ、2 1 は第三の偏光ビームスプリッタ 1 5 とサーボモータ 2 0 を固定するブラケット、2 2 はサーボモータ 2 0 の動力を第三の偏光ビームスプリッタ 1 5 に伝えるタイミングベルト、2 3 はサーボモータ 2 0 に取り付けられ、タイミングベルト 2 2 に

25

サーボモータ 20 の動力を伝える第一のプーリー、24 は第三の偏光ビームスプリッタ 15 に取り付けられタイミングベルト 22 により回転される第二のプーリー、25 は第三の偏光ビームスプリッタ 15 で反射するレーザ光 2 の S 波成分を受け止めるダンパである。

- 5 レーザ光 2 は、レーザ発振器 1 から直線偏光 2c で発振され、ミラー 5 で反射し、第三の偏光ビームスプリッタ 15 へ導かれる。

レーザ光 2 の P 波成分は、第三の偏光ビームスプリッタ 15 を透過し、直線偏光 2c とは異なった角度の直線偏光 2d に偏光方向を変えマスク 4 に導かれる。

- 10 また、レーザ光 2 の S 波成分は、第三の偏光ビームスプリッタ 15 で反射しダンパ 25 に吸収される。

マスク 4 において所望の部分のみ透過したレーザ光 2 は、ミラー 5 で反射し、第一の偏光ビームスプリッタ 6 に導かれる。

- 15 第一の偏光ビームスプリッタ 6 では、レーザ光の P 波成分は第一の偏光ビームスプリッタ 6 を透過し（レーザ光 7）、S 波成分は第一の偏光ビームスプリッタ 6 で反射する（レーザ光 8）。

- レーザ光 7 は、ミラー 5 で反射し、第二の偏光ビームスプリッタ 9 へ導かれた後、第二のガルバノスキャナ 12 に導かれ、X 方向、Y 方向に走査され、f $\theta$  レンズ 10 で集光され、XY テーブル 14 に搭載された被加工物 13 を加工する。
- 20

一方、レーザ光 8 は、第一のガルバノスキャナ 11 で X 方向、Y 方向に走査され、第二の偏光ビームスプリッタ 9 へ導かれる。

- その後、第二のガルバノスキャナ 12 で再度 X 方向、Y 方向へ走査された後、f $\theta$  レンズ 10 で集光され、XY テーブル 14 に搭載された被加工物 13 を加工する。
- 25

レーザ光 7 とレーザ光 8 のエネルギーのバランスを変えるためには、第一の偏光ビームスプリッタ 6 に入射する P 波成分と S 波成分の割合を変えればよく、第一の偏光ビームスプリッタ 6 に直線偏光のレーザ光を入射する場合は、入射するレーザ光 2 の偏光角度  $2d$  を変えればよい。

5 因みに、第一の偏光ビームスプリッタ 6 での損失、製作誤差等を除けば、P 波と同じ偏光方向のレーザ光 2 を入射させれば、全てレーザ光 7 となって透過し、S 波と同じ偏光方向のレーザ光 2 を入射させれば、全てレーザ光 8 となって反射する。

10 レーザ光 7 とレーザ光 8 をエネルギーが等しく分光するには、P 波と S 波に対し  $45^\circ$  の偏光角度でレーザ光 2 を入射させればよい。

レーザ光 2 のレーザ発振器 1 から発振される際の偏光角度  $2c$  は、レーザ発振器 1 の光学的構造により決定するため、容易に偏光角度が変えられない。

15 しかしながら、レーザ光 2 を第三の偏光ビームスプリッタ 15 に通すと、P 波成分のみ透過し S 波成分は反射するため、第三の偏光ビームスプリッタ 15 の角度を変えることにより、レーザ光 2 の偏光角度  $2c$  を容易に変えることが可能となる。前述のように、第三の偏光ビームスプリッタ 15 で反射するレーザ光 2 の S 波成分はダンパ 25 で受け止められるようになっている。

20 第三の偏光ビームスプリッタ 15 で偏光方向の角度を調整する際、S 波成分は透過せず損失となってしまうため、効率よくレーザ光を利用する際は、第三の偏光ビームスプリッタ 15 入射前のレーザ光 2 の偏光角度  $2c$  (レーザ発振器 1 から発振される際の偏光角度) を第三の偏光ビームスプリッタ 15 透過後のレーザ光 2 の偏光角度  $2d$  に出来る限り近づける設計すればよい。

そのように設計した場合、第3の偏光ビームスプリッタの角度調整量は、各光学系部分の製造誤差等を補う程度の量ですみ、この部分でのエネルギー損失は、数%以下である。

5        第三の偏光ビームスプリッタ15の角度調整機構については、第4図に示すようになっている。

第三の偏光ビームスプリッタ15はレーザ光2の光軸を中心に回転できるように、ブラケット21に固定されており、第三の偏光ビームスプリッタ15と一緒に回転するよう第二のプーリー24が固定されてい  
10        る。

また、第一のプーリー23が取り付けられたサーボモータ20もブラケット21に固定されており、第三の偏光ビームスプリッタ15に固定された第二のプーリー24とサーボモータ20に固定された第一のプーリー23は、タイミングベルト22で連結されている。

15        図に記述されていない制御装置からの信号でサーボモータ20が回転すると、タイミングベルト22を通し第三の偏光ビームスプリッタ15に動力が伝達され、第三の偏光ビームスプリッタ15の角度が変化する。

20        なお、第三の偏光ビームスプリッタ15で反射するレーザ光2のS波成分はダンパ25で受け止められるようになっている。

ここで、第三の偏光ビームスプリッタ15で偏光方向の角度を調整する際、S波成分は透過せず損失となってしまうため、効率よくレーザ光を利用する際は、第三の偏光ビームスプリッタ15前のレーザ光2の偏光  
25        角度20を第三の偏光ビームスプリッタ15後のレーザ光2の偏光角度2dと出来る限り同じ角度に入射すると良い。

第三の偏光ビームスプリッタ 15 の角度調整は、第一の偏光ビームスプリッタ 6 へ正確な偏光角度でレーザ光 2 を入射するため、偏光角度 2 d を微調整する役割となる。

5       第 5 図は、この発明の実施形態における所望の割合のエネルギーで 2 つレーザ光が取り出せるように、偏光角度調整用偏光ビームスプリッタの角度を自動調整する際のフローを示す。

説明は、第 3 図と第 5 図を用いて行うが、説明の便宜上、2 つのエネルギーを等しくする場合について説明する。

10       なお、2 つのレーザ光のエネルギーが異なる割合の場合でも初期設定を変更すれば同様な方法で実施することが可能である。

レーザ光 7 とレーザ光 8 の許容されるエネルギー差を決め、図には記述されていない制御装置に入力し、第三の偏光ビームスプリッタ 15 の自動角度調整プログラムを実行する。

15       まず、XY テーブル 14 に固定されたパワーセンサ 16 の受光部が  $f\theta$  レンズ 10 から出射されるレーザ光が受光できる位置にパワーセンサ 16 が移動する。

その後、第二のシャッター 18 が閉じ、レーザ発振器 1 からレーザ光が発振される。

20       第二のシャッター 18 を閉じたことにより、レーザ光 8 はその部分で遮断され、 $f\theta$  レンズ 10 からはレーザ光 7 のみが出射され、パワーセンサ 16 ではレーザ光 7 のエネルギーが測定される。

エネルギー測定後、一旦レーザ光の発振は停止し、第一のシャッター 17 が閉じ、第二のシャッター 18 が開き、再度レーザ光が発振される。

25       今度は、第一のシャッター 17 を閉じたことにより、レーザ光 7 はその部分で遮断され、 $f\theta$  レンズ 10 からはレーザ光 8 のみが出射され、パ

ワーセンサ 16 ではレーザ光 8 のエネルギーが測定される。エネルギー測定後、レーザ光の発振が停止し、第二のシャッター 18 が開く。

制御装置の中で測定した 2 つのレーザ光のエネルギー差が計算され、始めに入力した許容値と比較される。

- 5      許容値内であればプログラムは終了するが、許容値を外れている場合は、第三の偏光ビームスプリッタ 15 の角度を調整し、再度 2 つのレーザ光のエネルギー測定を実施し、許容値内になるまで前記動作を繰り返す。

10      第三の偏光ビームスプリッタ 15 の角度調整量は、入射するレーザ光 2 の偏光方向 2c と、第一の偏光ビームスプリッタ 6 の取付角度に依存し、第三の偏光ビームスプリッタ 15 透過後のレーザ光 2 の偏光角度 2d を第三の偏光ビームスプリッタ 15 入射前のレーザ光 2 の偏光角度 2c から数度程度変更するのであれば、第三の偏光ビームスプリッタ 15 の角度 1° 当たり約 7 % エネルギー差を調整できることが理論的に導き出せる。

- 15      このように第三の偏光ビームスプリッタ 15 の調整角度と 2 つのレーザ光のエネルギー差の関係が、入射するレーザ光 2 の偏光角度 2c と第一の偏光ビームスプリッタ 6 の取付角度から理論的に導きだせるため、エネルギー差の許容値にもよるが、5 % 程度の許容値であれば、上記調整ループを 2 回実施すれば、調整（プログラム）が完了するため、  
20      短時間で容易な調整が可能である。

本実施の形態によれば、1 つのレーザ光を分光用偏光ビームスプリッタで 2 つのレーザ光に分光し、2 つのレーザ光を独立に走査することにより、2 箇所同時に加工を実施することができるレーザ加工機において、  
25      分光用偏光ビームスプリッタの P 波（透過波）と S 波（反射波）に対しレーザ光の偏光角度を変更できるように分光用偏光ビームスプリッタ



の手前に偏光角度調整用偏光ビームスプリッタを設定し、該偏光角度調整用偏光ビームスプリッタに角度調節できる機構を設け、制御装置からの指令により角度調節可能としたことにより、分光したレーザ光のエネルギーバランスを容易に調整し、エネルギーを均一にすることにより加工性能を安定させたり、また、段取り時間の短縮を実現するとともに、安定した生産を実現することが可能となる。

また、レーザ光のエネルギーを測定できるセンサを設け、2つのレーザ光のエネルギーを測定し、所望の割合のエネルギーで2つのレーザ光が取り出せように、偏光角度調整用偏光ビームスプリッタの角度が自動調整できることにより、より一層の段取り時間の短縮が可能となる他、調整の容易化により作業者の熟練度が不要となり、安定した加工が実現できる。

### 実施の形態3.

上述した実施の形態2において、分光した2つのレーザ光の品質の違いを最小にするため、光路長を同一にすることでビームスポット径も同一になるよう工夫されているが、分光された2つのレーザ光がそれぞれ異なった位置に照射されるように走査され同じ $f\theta$ レンズに導かれるまで、異なった光路を経由しているため、通過する光学部品の製作精度のばらつきにより集光特性が変化し、2つのレーザ光の焦点位置が異なる場合があり、加工品質（穴径、穴深さ、真円度等）に差異が生じることがある。

また、分光後の光学部品の内、ガルバノミラーはガルバノスキャナの駆動速度を向上するため軽量化がなされていること、偏光ビームスプリッタはレーザ光を反射、または透過させるための光学素子をマウント部分に固定し、一体化していることから、その特性上、ばらつきを抑えた

製造をすることは困難であり、レーザ光の焦点位置が異なる要因となっていた。

そこで、本実施の形態では分光した2つのレーザ光の焦点位置が異なった場合でも、より加工品質を向上するために焦点位置調整手段を追加したレーザ加工装置について説明する。

第6図は、この発明の実施形態によるレーザ加工装置を示す概略構成図である。

図において、30はレーザ光7の第一の焦点位置可変手段である第一の可変形ミラー、31はレーザ光7の第二の焦点位置可変手段である第二の可変形ミラー、32はレーザ光による加工穴の穴径、穴位置等を測定するための撮像素子であるCCDカメラである。

なお、その他の同一符号は実施の形態1で示した図1と同じであるため説明を割愛する。

なお、本実施の形態における第3の偏光ビームスプリッタは、エネルギー調整用で、本実施形態の焦点位置調整用に対し、別の機能を果たすものである。すなわち、第6図の本実施形態では、第1図のシステムに追加することにより、上述した実施の形態1に対し、エネルギー調整より確実に行うべく追加している。

第一の偏光ビームスプリッタ6を透過したレーザ光7は、第一の可変形ミラー30、第二の可変形ミラー31を経由して、第二の偏光ビームスプリッタ7に導かれる。

一方、第一のビームスプリッタ6で反射したレーザ光8は、第一のガルバノスキャナ11により2軸方向に走査された後、第二の偏光ビームスプリッタ9に導かれる。

その後、レーザ光7、8は第二のガルバノスキャナ12により2軸方向

に走査された後、 $f\theta$ レンズ10により被加工物13上に照射する。

第7図は、この発明の実施形態によるレーザ加工装置における、例えば、可変形ミラー30を凹形状に変形させた場合のレーザ光7の焦点位置  
5 位置の変化を示す概略図である。

図において、4はマスク、10は $f\theta$ レンズ（焦点距離 $F$ ）、30は可変形ミラー（焦点距離 $f$ ）、33は $f\theta$ レンズ10によりマスク4の像を転写するときの焦点位置、34は可変形ミラー30のレンズ効果により、移動したとみなされる仮想上のマスク位置、35は $f\theta$ レンズ10  
10 によりマスク34の像を転写するときの焦点位置である。

マスク4により形成された像が焦点距離 $F$ の $f\theta$ レンズ10により焦点位置33上に転写される場合、可変形ミラーが平面のとき、 $f\theta$ レンズ10の焦点距離 $F$ 、マスク4～ $f\theta$ レンズ10までの距離 $A$ 、 $f\theta$ レンズ10～焦点位置33の距離であるワークディスタンス $B$ の関係  
15 は次式で表すことができる。

$$1/A + 1/B = 1/F \cdots (1)$$

ここで、光路中に配置した可変形ミラー30の効果により、マスク4は仮想上の位置34にあると考えることができる。

仮想上のマスク位置34と可変形ミラー30の距離 $b_1$ は、可変形ミラー30を焦点距離 $f$ のレンズと等価と考えた場合、(2)式で表すこと  
20 ができる、(2)式を変形することにより、 $b_1$ は(3)式により求めることができる。

$$1/a_1 + 1/b_1 = 1/f \cdots (2)$$

$$b_1 = -f \cdot a_1 / (a_1 - f) \cdots (3)$$

ここで求める(3)式の右辺に $-1$ が掛けられているが、これは可変形ミラー30の焦点距離 $f$ が極端に大きいため、式(3)を解くと $b_1$ の  
25

値が負になるためである。

次に、仮想上のマスク位置 34 の像が焦点距離  $F$  の  $f \theta$  レンズ 10 により、被加工物上に転写されると考えるとき、仮想上のマスク位置 34  
5 ~  $f \theta$  レンズ 10 までの距離  $a_2$  と  $f \theta$  レンズ 10 ~ 変化後の焦点位置 35 の距離であるワークディスタンス  $b_2$  の関係は (4) 式により表すことができ、また仮想上のマスク位置 34 ~  $f \theta$  レンズ 10 までの距離  $a_2$  は (5) 式により表すことができる。

$$1/a_2 + 1/b_2 = 1/F \cdots (4)$$

$$10 \quad a_2 = b_1 + d_1 \cdots (5)$$

よって、(4) 式、(5) 式から (6) 式を導くことができる。

$$b_2 = F \cdot (b_1 + d_1) / ((b_1 + d_1) - F) \cdots (6)$$

光路の設計時に  $a_1$ 、 $d_1$ 、 $F$  の 3 項目は予め決定し得る要素であるため、(3) 式において第一的可変形ミラー 30 と第二的可変形ミラー 3  
15 1 の焦点距離  $f$  を決定すれば  $b_1$  を求めることができ、(6) 式からレーザー光 7 のワークディスタンス  $b_2$  を求めることが可能である。

これらの式を逆算することにより、レーザー光 7 のワークディスタンス  $b_2$  を自由に変化させることを可能にしている。

マスク 4 ~ 第一的可変形ミラー 30、31 の距離  $\cdots a_1$

20 可変形ミラー 30、31 ~  $f \theta$  レンズ 10 までの距離  $\cdots d_1$

$f \theta$  レンズ 10 の焦点距離  $\cdots F$

例えば、 $a_1 = 1500\text{mm}$ 、 $d_1 = 185\text{mm}$ 、 $F = 100\text{mm}$  の時、レーザー光 8 のワークディスタンス  $B = 106.309\text{mm}$ 、この時、レーザー光 7 のワークディスタンスをレーザー光 8 に対して  $0.1\text{mm}$  短くしたい場合、焦点距離である  $b_1 = 1525.54\text{mm}$  を算出することができ、この焦点距離になるよう可変形  
25 ミラー 30、31 の調整をすれば良い。

また、可変形ミラーは凸形状の場合にも同様の効果を得ることが可能で、この場合レーザ光 7 の焦点位置を長くなる方向に作用することができる。

5       この発明の実施形態では、第一の可変形ミラー 30 または第二の可変形ミラー 31 の焦点距離  $f$  を変化させることにより、レーザ光 8 において  $f \theta$  レンズ 10 によりマスク 4 の像を転写するときの焦点位置に対して、レーザ光 7 の焦点位置を独立して変化させることができ、レーザ光 8 とレーザ光 7 がそれぞれ通過する光学部品のばらつきにより焦点  
10       位置に差が生じた場合、レーザ光 8 の焦点位置を基準として、レーザ光 7 の焦点位置のずれ量を計測することにより、可変形ミラー 30、31 の焦点距離  $f$  を決定し、レーザ光 8 と 7 の焦点位置の差を最小にすることを可能にしている。

      ここで、レーザ光 7 の焦点位置を変化させるために、第一の可変形ミ  
15       ラー 30 のみ、または第二の可変形ミラー 31 のみのどちらか一方の焦点距離を調整する方法と、第一の可変形ミラー 30、第二の可変形ミラー 31 を両方共の焦点距離を調整し、どちらか一方の可変形ミラーで焦点位置を変化させる場合と同等の焦点位置変化量になるように 2 つの可変形ミラーの焦点距離を調整する方法があり、どちらの場合にもレー  
20       ザ光 7 の焦点位置を変化させるためには同等の効果を得ることが可能である。

      本発明の実施形態のように、2 つの可変形ミラーが互いにねじれの位置、例えば、可変形ミラー 30 は X 方向と Z 軸方向の光路を含む面に垂直で、かつ X 方向と Z 軸方向の  $90^\circ$  の光路角度に対して  $45^\circ$  の法線  
25       方向になるよう配置し、可変形ミラー 31 は Z 方向と Y 軸方向の光路を

含む面に垂直で、かつZ方向とY軸方向の $90^\circ$ の光路角度に対して $45^\circ$ の法線方向になるよう配置している場合、2つの可変形ミラーの焦点距離の効果を合わせてレーザ光7の焦点位置を変化させ、かつ2つの可変形ミラーの焦点距離を同等にすることにより、光路中に可変形ミラーを入れたことにより発生する収差を軽減する効果があり、より安定した品質の加工を実施することを可能にしている。

#### 実施の形態4.

本実施の形態では分光した2つのレーザ光の焦点位置が異なった場合の焦点位置調整手段として、光路長を変化させる手段を追加したレーザ加工装置について説明する。

第8図は、この発明の実施形態によるレーザ加工装置を示す概略構成図である。

図において、37は焦点位置可変手段としての一部であり、X軸に平行移動が可能で、Y軸と平行な軸を支点として角度変更が可能な構造を有する第一の可動ミラー、36は焦点位置可変手段としての一部であり、第一の可動ミラー37の移動により入射角が変化しても、第二の偏光ビームスプリッタ9へ導く光路を変化させさないような角度調整が可能な構造を有する第二の可動ミラーである。

なお、その他の同一符号は実施の形態3で示した第6図と同じであるため説明を割愛する。

第9図は、この発明の実施形態によるレーザ加工装置における、例えば、第一の可動ミラー36、第二の可動ミラー37の位置及び角度を変化させ、第一の可動ミラー36と第二の可動ミラー37間の光路長を延長することで、レーザ光7におけるマスク4～fθレンズ10間の光路

長を延長した場合の、レーザ光 7 の焦点位置の変化を示す概略図である。  
図において、4 はマスク、10 は焦点距離  $F_1$  の  $f\theta$  レンズ、38 は光  
路長延長によりレンズ 10 を基準として移動したと考えられるマスク  
位置、39 は  $f\theta$  レンズ 10 によりマスク 4 の像を転写される焦点位置、  
5 40 は  $f\theta$  レンズ 10 によりマスク 38 の像を転写される焦点位置で  
ある。

第 9 図において、実施形態 3 と同様に、 $f\theta$  レンズ 10 の焦点距離  $F_1$   
1、マスク 4 ~  $f\theta$  レンズ 10 までの距離  $A_1$ 、 $f\theta$  レンズ 10 ~ 焦点  
10 位置 39 の距離であるワークディスタンス  $B_1$  の関係は次式で表すこ  
とができる。

$$1/A_1 + 1/B_1 = 1/F_1 \cdots (7)$$

また、第一の可動ミラー 37 と第二の可動ミラー 36 間の光路長延長  
により移動後のマスク位置 38 ~  $f\theta$  レンズ 10 までの距離  $A_2$ 、 $f\theta$   
15 レンズ 10 ~ 焦点位置 40 の距離であるワークディスタンス  $B_2$  の関  
係は次式で表すことができる。

$$1/A_2 + 1/B_2 = 1/F_1 \cdots (8)$$

ここで、 $f\theta$  レンズ 10 の焦点距離  $F_1$  は一定のため、マスク 4 ~  $f\theta$   
レンズ 10 間の光路長延長により、 $A_1$  よりも  $A_2$  の方が大きくなった  
20 場合、 $B_1$  よりも  $B_2$  の方が小さくなる。つまり、ワークディスタンス  
が  $B_1$  から  $B_2$  に移動することで、焦点位置 39 を 40 に移動させるこ  
とが可能であることが解かる。

例えば、 $A_1 = 1685\text{mm}$ 、 $F_1 = 100\text{mm}$  の時、レーザ光 8 のワークディス  
タンス  $B_1 = 106.3091\text{mm}$ 、このとき、レーザ光 7 のワークディスタンス  
25 をレーザ光 8 に対して  $0.05\text{mm}$  短くしたい場合、 $B_2 = 106.2591\text{mm}$  とす  
るためには、 $A_1 = 1697.67\text{mm}$  となり、第一の可動ミラー 37 と第二の

可動ミラー 3 6 間の光路長を 12.67mm 延長すればよい。

第 1 0 図はこの発明の実施形態 4 において、第一の可動ミラー 3 7 と第二の可動ミラー 3 6 間の光路長を変化させ、レーザ光 7 の焦点位置を移動した場合の第一の可動ミラー 3 7、第二の可動ミラー 3 6 の配置とレーザ光 7 の偏光方向 7 a の変化を示す。

図において、7 a は光路長を変化させない場合の第二の偏光ビームスプリッタ 9 に入射するレーザ光 7 の偏光方向、7 b は、第一の可動ミラー 3 7 と第二の可動ミラー 3 6 間の光路長を変化させた場合のレーザ光 7 の偏光方向を示す。

光路長を変化させない場合、レーザ光 7 の偏光方向 7 a は、第二の偏光ビームスプリッタ 9 の S 波成分と一致するため、レーザ光 7 の持つ全てのエネルギーが第二の偏光ビームスプリッタ 9 を反射し、加工エネルギーとして使用される。

しかしながら、光路長を変化させた場合には、レーザ光 7 の偏光方向 7 b は第二の偏光ビームスプリッタ 9 の S 波成分に対して角度を持った状態で入射することにより、レーザ光 7 の持つエネルギーの内、一部は第二の偏光ビームスプリッタ 9 の P 波成分として透過するため、この部分でレーザ光 7 のエネルギーのロスが生じる。

例えば、第三の偏光ビームスプリッタ 1 5 を透過したレーザ光の偏光方向を第一の偏光ビームスプリッタ 6 の S 波、P 波に対して 4 5 ° の角度でレーザ光を導き、第一の偏光ビームスプリッタ 6 を反射したレーザ光 8、透過したレーザ光 7 のエネルギーを等しくしても、第二の偏光ビームスプリッタ 9 において、レーザ光 7 のエネルギーがロスするため、レーザ光 8 とレーザ光 7 のエネルギーを等しくすることができない。



このような場合、第三の偏光ビームスプリッタ15の偏光角度調整を実施し、第二の偏光ビームスプリッタ9でロスするレーザ光7のエネルギーを相殺するように、第一の偏光ビームスプリッタ6に入射するレーザ光の偏光角度を調整すれば良い。

- 5      例えば、第一の偏光ビームスプリッタ6を透過するP波成分を増やすことで、レーザ光7のエネルギーを増やすことができるため、第一の偏光ビームスプリッタ6に入射するレーザ光の偏光角度を互いに直交するP波、S波に対して45°の角度から、さらにP波に近い方向に傾けるように、第三の偏光ビームスプリッタ15の偏光角度調整をすれば良い。

10

この発明の実施形態では、第一の可動ミラー37と第二の可動ミラー36間の光路長を変化させることにより、レーザ光8がf $\theta$ レンズ10によりマスク4の像を転写するときの焦点位置に対して、レーザ光7の焦点位置を独立して変化させることができ、レーザ光8とレーザ光7が  
15      それぞれ通過する光学部品のばらつきにより、焦点位置に変化が生じた場合にも、レーザ光8の焦点位置を基準として、レーザ光7の焦点位置のずれ量を計測することにより、第一の可動ミラー37と第二の可動ミラー36の距離を決定し、レーザ光8と7の焦点位置の差を最小にすることを可能にしている。

- 20      また、この時発生するレーザ光7のエネルギーロスは、第三の偏光ビームスプリッタ15を用い偏光角度調整を実施することで補うことが可能で、レーザ光8とレーザ光7のエネルギーを等しくすることができる。

- 25      次に、2つのレーザ光の焦点位置の差を調整するため、2つ可変形ミラーの焦点距離、または2つの可動式ミラーにより光路長を自動調整す

る際のフローを図11を用いて説明する。

まず、XYステージ14上のあらかじめ設置された調整用の被加工物13（例えばアクリル板）をf $\theta$ レンズ10の加工エリア内に移動する。第一のシャッター18を開き、第二のシャッター17を閉じ、レーザ光8のみを被加工物に焦点位置確認用の加工、例えば図示されていない駆動装置により、第一の偏光ビームスプリッタ6～f $\theta$ レンズ10間の光路部品、及びCCDカメラ32の一式をZ方向に移動し、被加工物13とf $\theta$ レンズ10との距離をZ軸方向に変化させるとともに、XYステージ14を移動することで異なる位置に異なるワークディスタンスによる加工を実施する。

その後、第一のシャッター17を開け、第二のシャッター18は閉じて、レーザ光7のみにおいて、被加工物に焦点位置確認用の加工を実施する。

加工実施後、XYステージ14を移動することによりCCDカメラ32でレーザ光8、7による加工穴の穴径、真円度を測定する。

制御装置において測定した加工穴径、真円度から、2つのレーザ光の焦点位置が判断され、焦点位置の差が許容値内であればプログラムは終了するが、許容値を外れている場合は2つのレーザ光8、7の焦点位置の差から、可変形ミラーの焦点距離、または可動式ミラーによる光路長の調整量が計算され、再度2つレーザ光の焦点位置確認用の加工を実施し、許容値内になるまで前記動作を繰り返す。

ここで、可動式ミラーにより光路長を調整した場合には、焦点位置の調整が終了した時点で、第三の偏光ビームスプリッタ15により、2つのレーザ光のエネルギーが均一になるよう調整すれば良い。

このような焦点位置の調整は定期的に、例えば段取り時や、装置の立ち上げ時等を実施することで、2つレーザ光の穴品質は常により高い精度

を維持することができ、作業者の熟練度も不要となるため安定した加工を実施することができる。

本発明によれば、分光したレーザ光のエネルギーや品質の違いを最小にし、それぞれの光路長を同一にすることでビームスポット径も略同一にすることができ、安価に生産性を向上することができる。

10

15

20

25

## 請 求 の 範 囲

1. 発振器から出射されたレーザ光を、第一の偏光手段で透過させ、  
ミラーを経由して第二の偏光手段で反射させた第1のレーザ光と、上記  
5 第一の偏光手段で反射させ、第一のガルバノスキャナで2軸方向に走査  
し、上記第二の偏光手段を透過させた第2のレーザ光とに分光し、第二  
のガルバノスキャナで走査し、被加工物を加工するレーザ加工装置にお  
いて、第一の偏光手段の手前に、角度調節可能な第三の偏光角度調整用  
10 偏光手段を配置したことを特徴とするレーザ加工装置。

2. レーザ光のエネルギーを測定できるセンサを設け、2つのレーザ  
光のエネルギーを測定し、所望の割合のエネルギーで2つのレーザ光が  
取り出せように、第三の偏向角度調整用変更手段の角度を調整すること  
15 を特徴とする請求の範囲1に記載のレーザ加工装置。

3. レーザ光の焦点位置を測定する測定手段に基づき、2つのレーザ  
光の焦点位置を計測し、2つのレーザ光の焦点位置の差が所望の基準以  
下になるように焦点位置調整手段により調整することを特徴とする請  
20 求の範囲1に記載のレーザ加工装置。

4. レーザ光を2つに分光した後の一方の光路中に可変形ミラーを配  
置し、該可変形ミラーの焦点距離を変化させることで焦点位置を調整す  
る焦点位置調整手段を備えたことを特徴とする請求の範囲3に記載の  
25 レーザ加工装置。

5. レーザ光を2つに分光した後の一方の光路中に分光した後の一方の光路の光路長を変化させることで焦点位置を調整する焦点位置調整手段を備えたことを特徴とする請求の範囲3に記載のレーザ加工装置。

5 6. レーザ光路中に配置され、上記レーザ光を反射させる反射ミラーの取り付けを可変とすることにより、光路長を変化させることを特徴とする請求の範囲5に記載のレーザ加工装置。

10 7. 発振器から出射されたレーザ光を、第一の偏光手段で透過させ、ミラーを経由して第二の偏光手段で反射させた第1のレーザ光と、上記第一の偏光手段で反射させ、第一のガルバノスキャナで2軸方向に走査し、上記第二の偏光手段を透過させた第2のレーザ光とに分光し、第二のガルバノスキャナで走査し、被加工物を加工するレーザ加工装置において、レーザ光の焦点位置を測定する測定手段に基づき、2つのレーザ  
15 光の焦点位置を計測し、2つのレーザ光の焦点位置の差が所望の基準以下になるように焦点位置調整手段により調整することを特徴とするレーザ加工装置。

20 8. レーザ光を2つに分光した後の一方の光路中に可変形ミラーを配置し、該可変形ミラーの焦点距離を変化させることで焦点位置を調整する焦点位置調整手段を備えたことを特徴とする請求の範囲7に記載のレーザ加工装置。

25 9. レーザ光を2つに分光した後の一方の光路中に分光した後の一方の光路の光路長を変化させることで焦点位置を調整する焦点位置調整手段を備えたことを特徴とする請求の範囲7に記載のレーザ加工装置。

10. レーザ光路中に配置され、上記レーザ光を反射させる反射ミラーの取り付けを可変とすることにより、光路長を変化させることを特徴とする請求の範囲7に記載のレーザ加工装置。

5

11. 第一及び第二の偏光手段の反射面が互いに向き合うように配置し、分光したそれぞれのレーザ光の光路長がそれぞれ同一になる光路を形成することを特徴とする請求の範囲1または7に記載のレーザ加工装置。

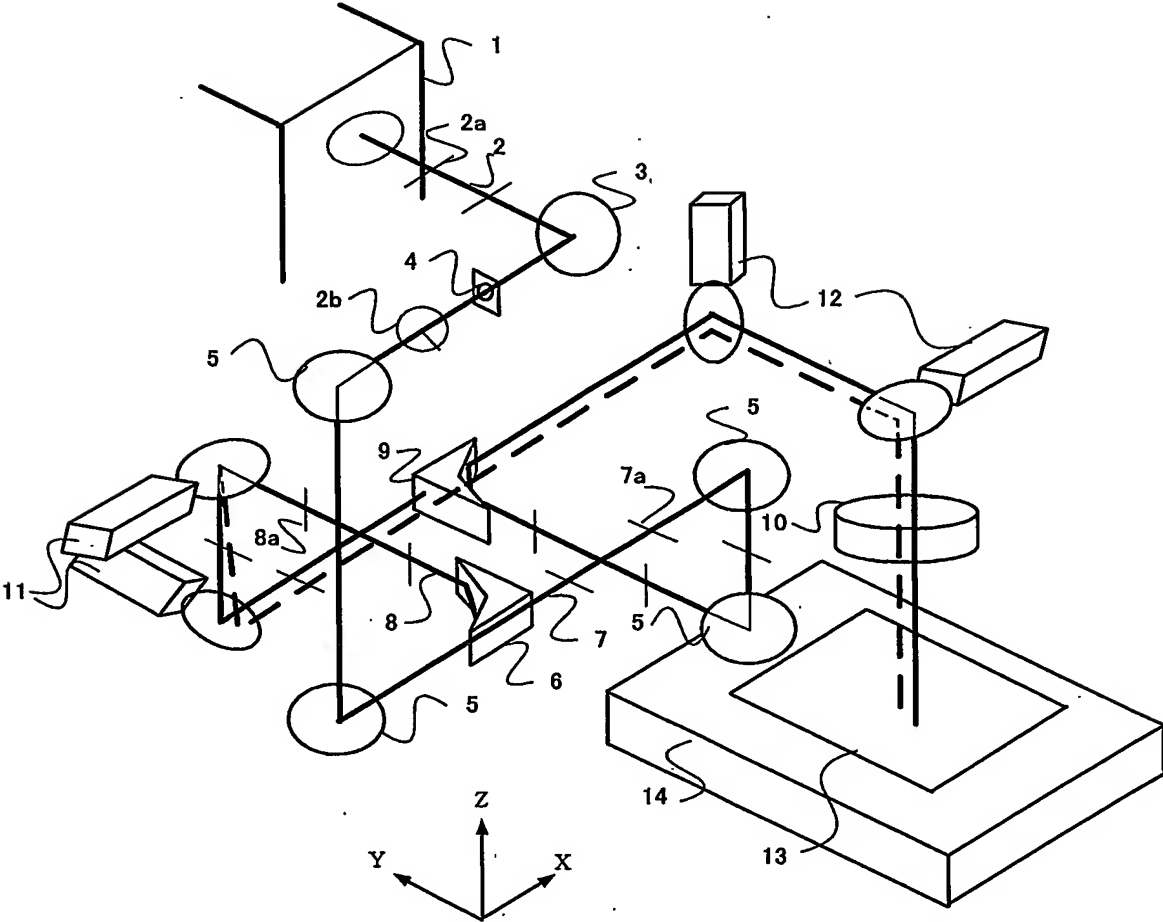
10

15

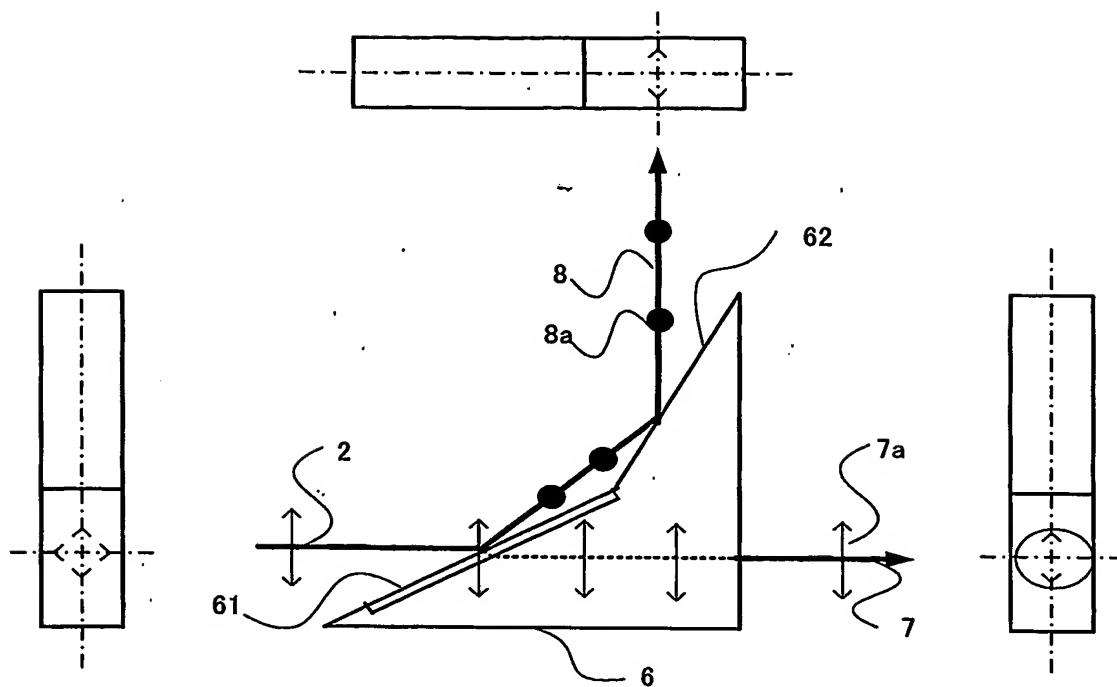
20

25

第1図

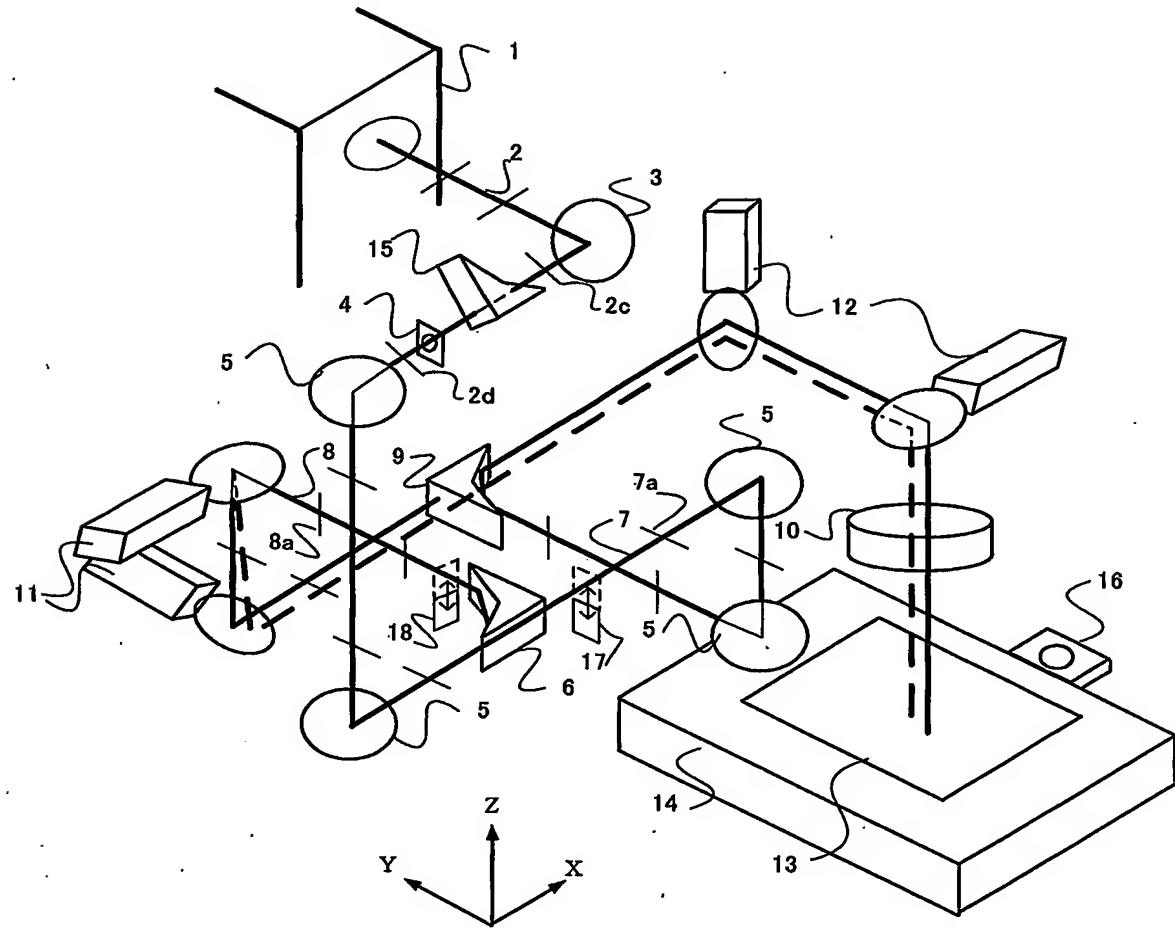


第2図

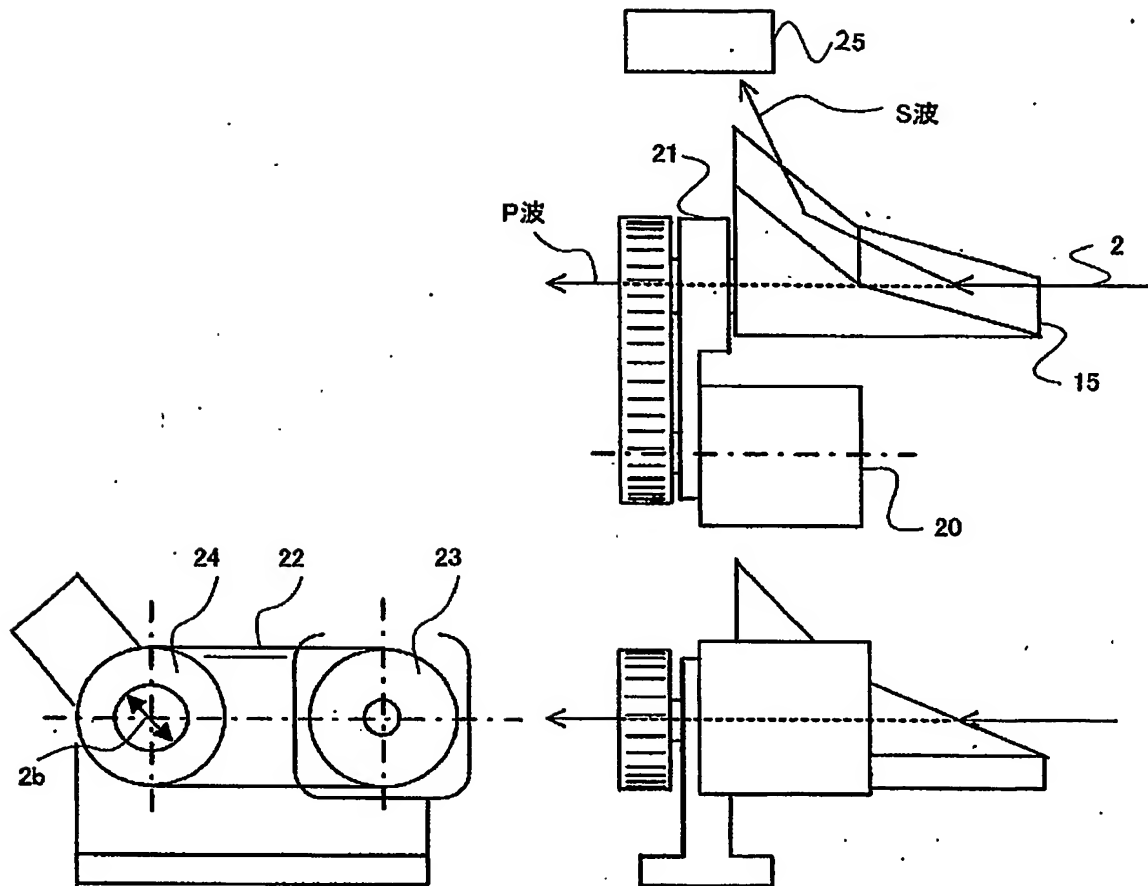




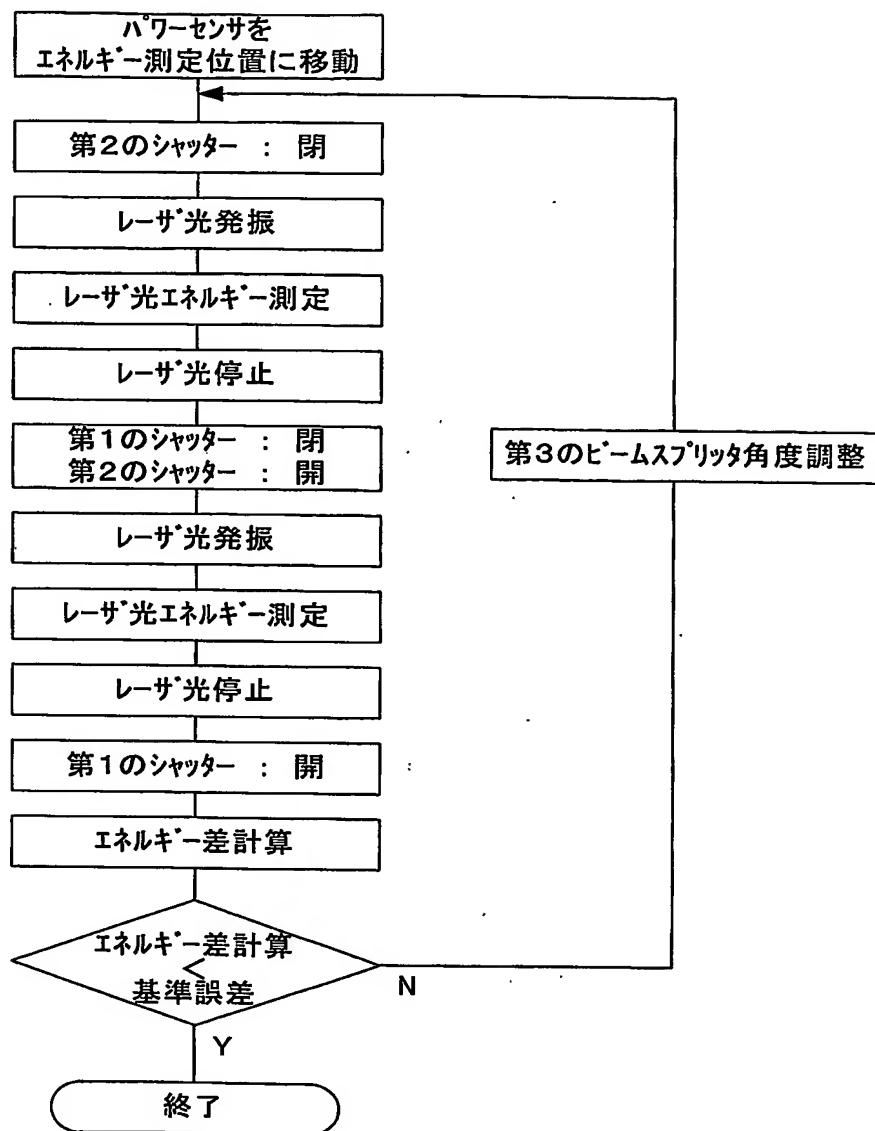
第3図



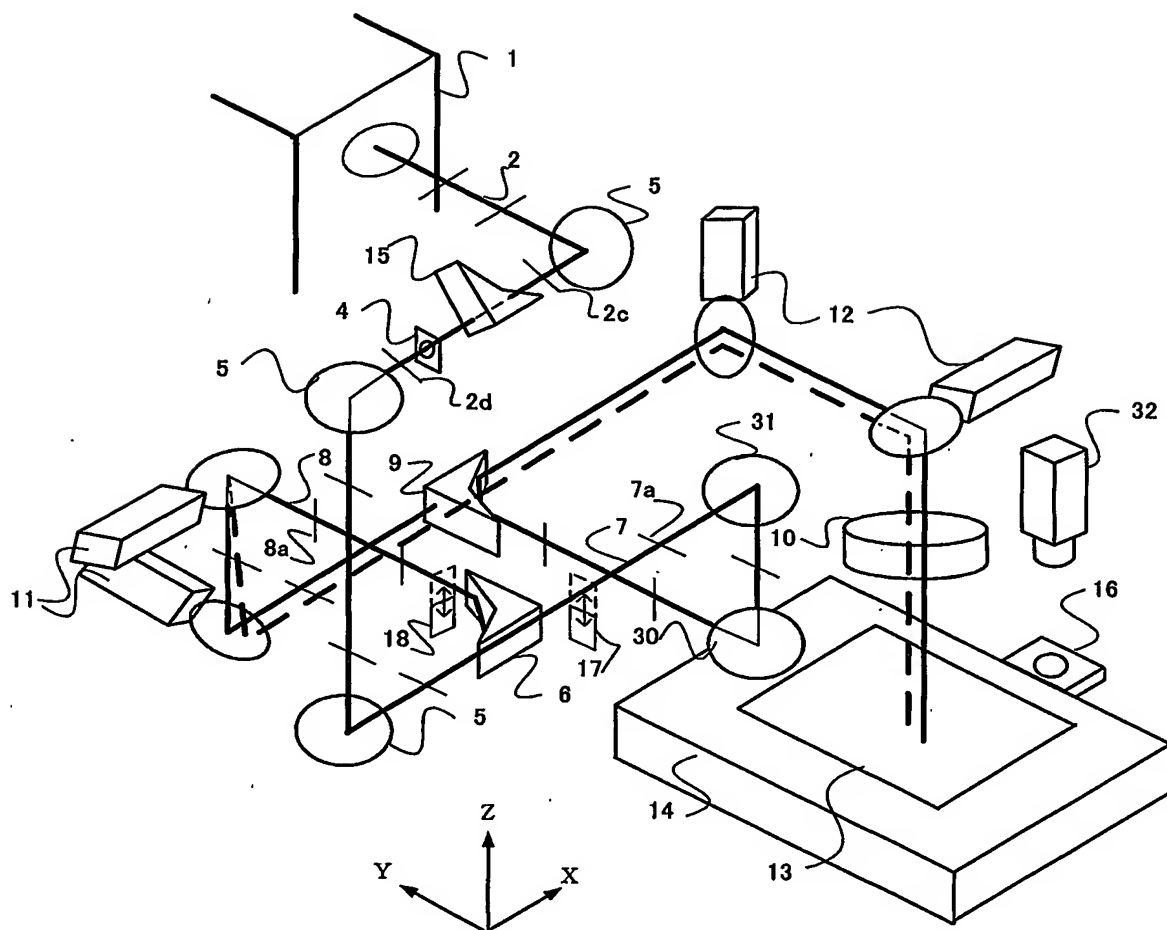
第4図



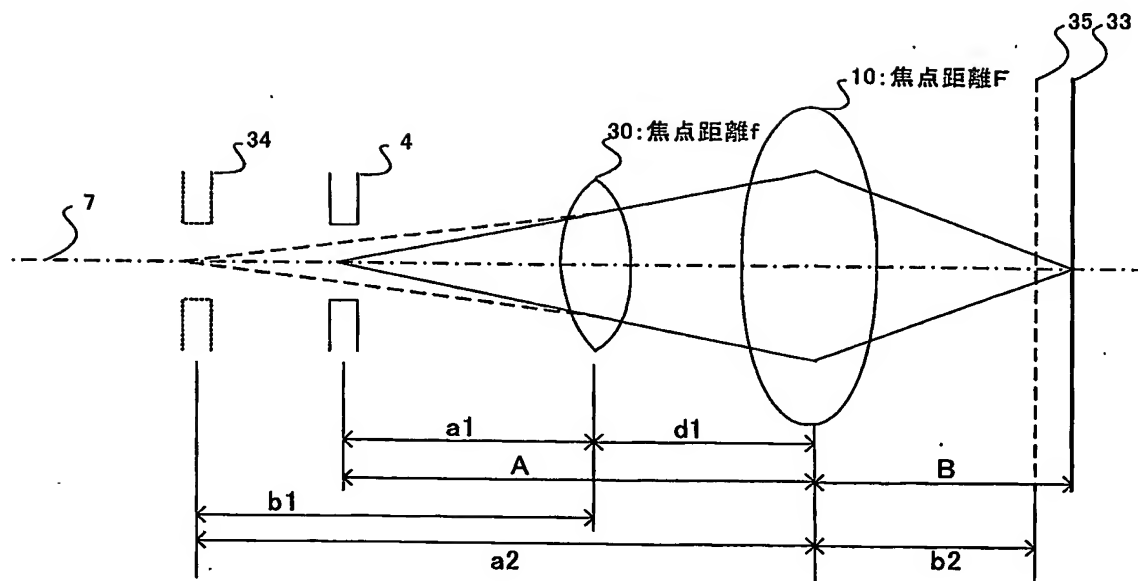
第5図



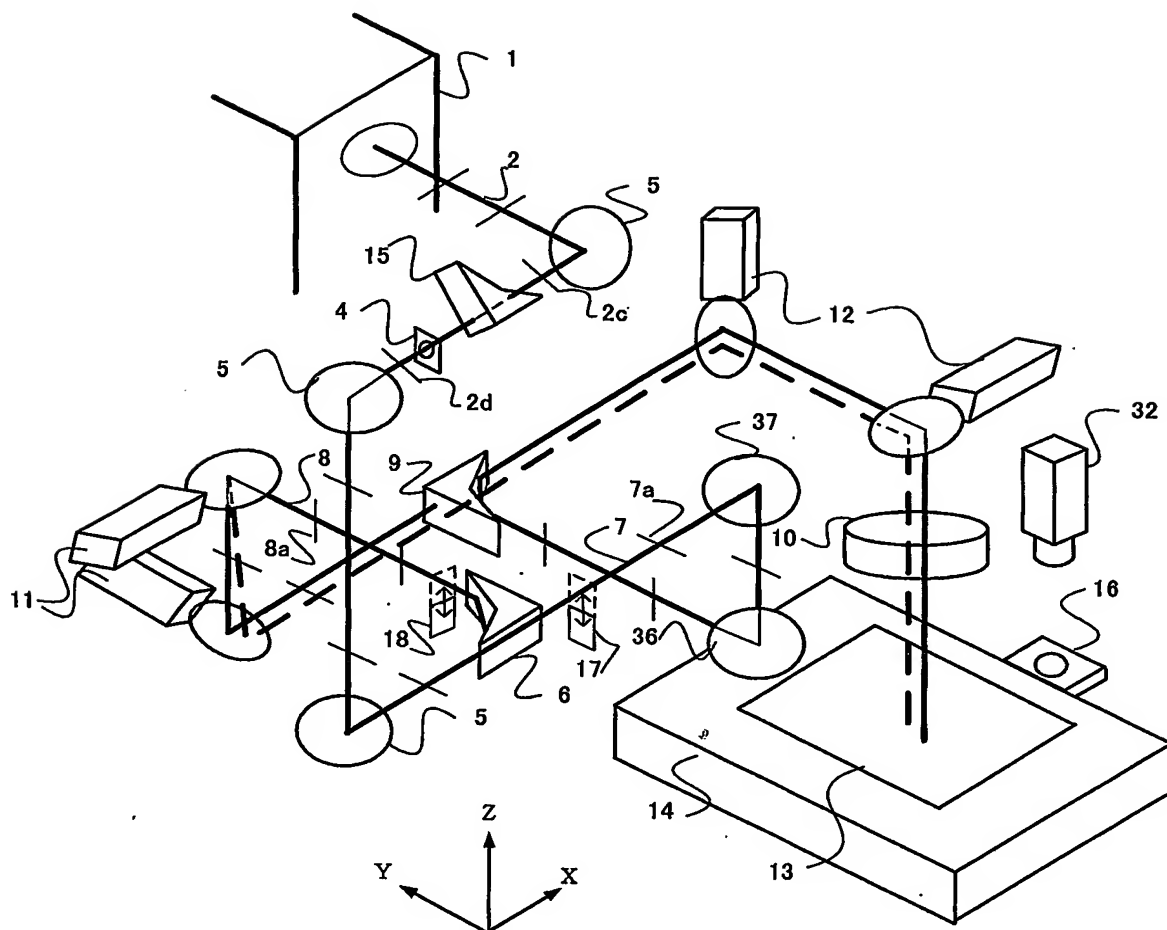
第6図



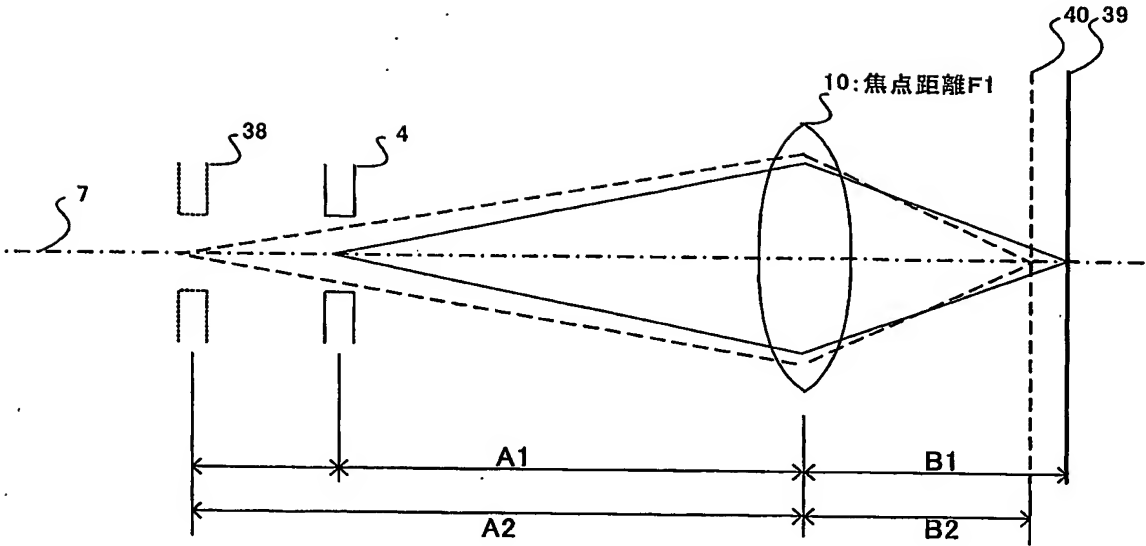
第7図



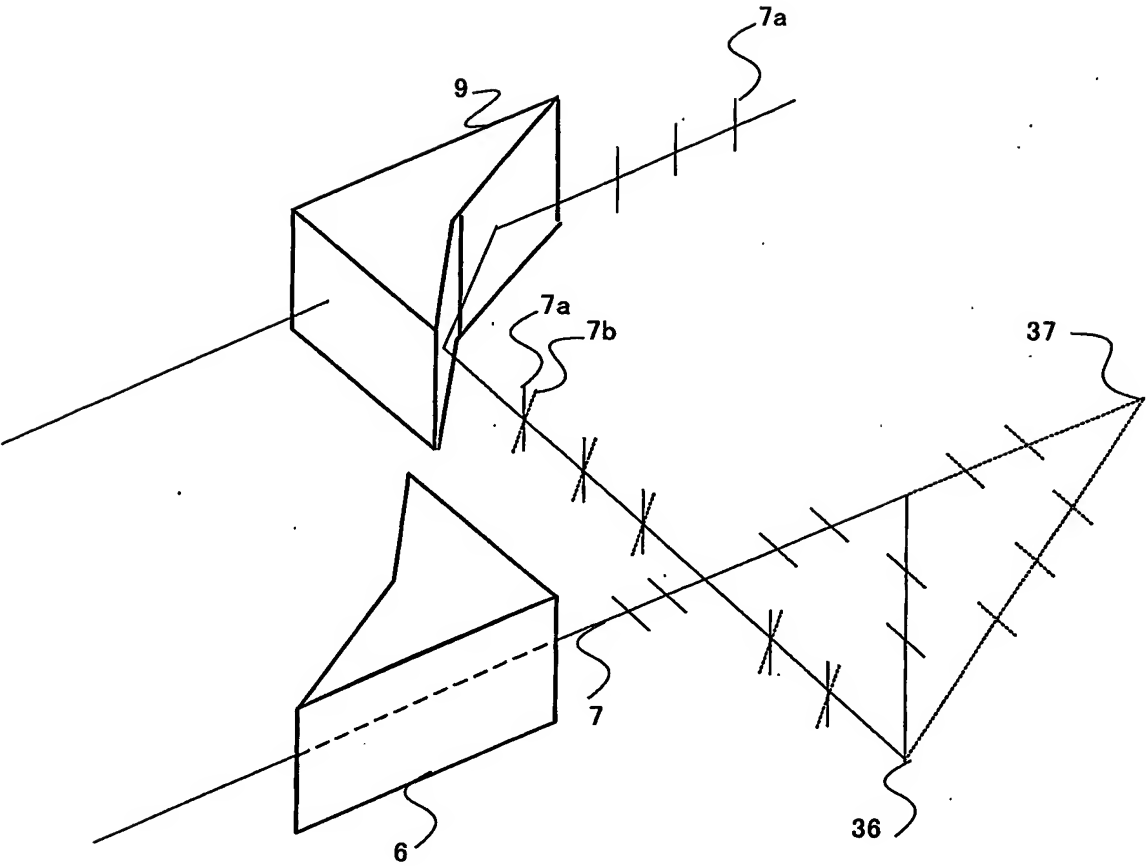
第8図



第 9 図

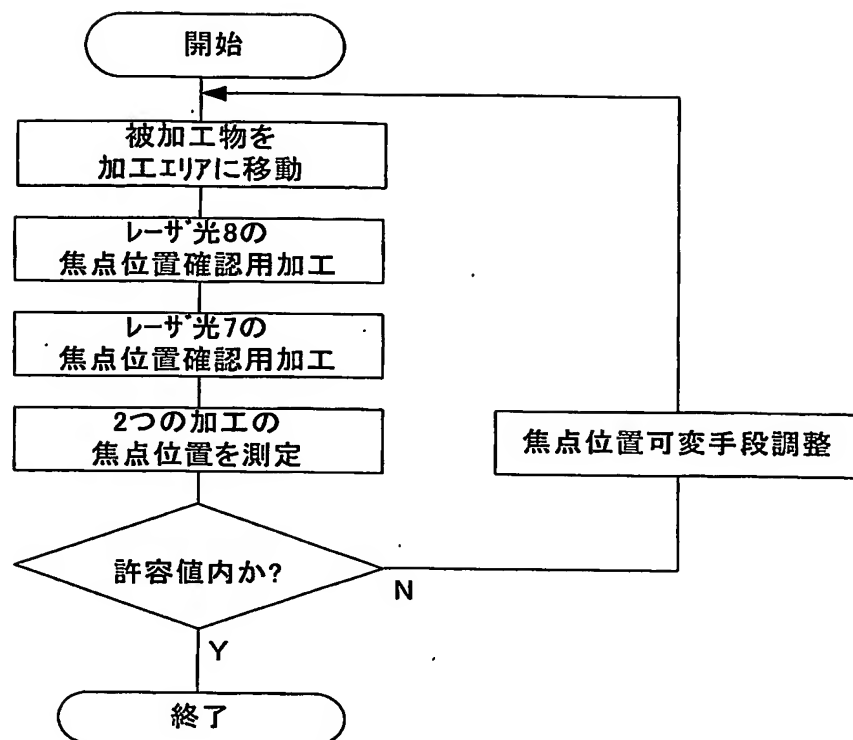


第 10 図





第 1 1 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B23K26/067, H05K3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B23K26/067

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-232489 A (Honda Motor Co., Ltd.), 28 August, 2001 (28.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
A	WO 02/018090 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 07 March, 2002 (07.03.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
P, A	WO 03/041904 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 22 May, 2003 (22.05.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 June, 2004 (25.06.04)

Date of mailing of the international search report  
20 July, 2004 (20.07.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int: C1' B23K26/067, H05K3/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' B23K26/067

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-232489 A (本田技研工業株式会社) 2001. 08. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	WO 02/018090 A1 (三菱電機株式会社) 2002. 03. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
P, A	WO 03/041904 A1 (三菱電機株式会社) 2003. 05. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 06. 2004

国際調査報告の発送日

20. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 昌人

3P

9257

電話番号 03-3581-1101 内線 3362